



TITLE:

地磁気静穏日変化に見られる超高層大気の長期変動について

AUTHOR(S):

新堀, 淳樹; 小山, 幸伸; 林, 寛生; 能勢, 正仁; 大塚, 雄一; 堀, 智昭; 津田, 敏隆; IUGONETプロジェクトチーム

CITATION:

新堀, 淳樹 ...[et al]. 地磁気静穏日変化に見られる超高層大気の長期変動について. 2012

ISSUE DATE:

2012-05-21

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/156053>

RIGHT:

/ This is not the published version. Please cite only the published version. この論文は出版社版ではありません。引用の際には出版社版をご確認ご利用ください。

IUGONET

Metadata DB for Upper Atmosphere

地球惑星科学連合大会@幕張
宇宙天気セッション PEM29-05
2012/05/21

超高層大気長期変動の全地球上ネットワーク観測・研究
Inter-university Upper atmosphere Global Observation NETwork

地磁気静穏日変化に見られる超高層大気 の長期変動について

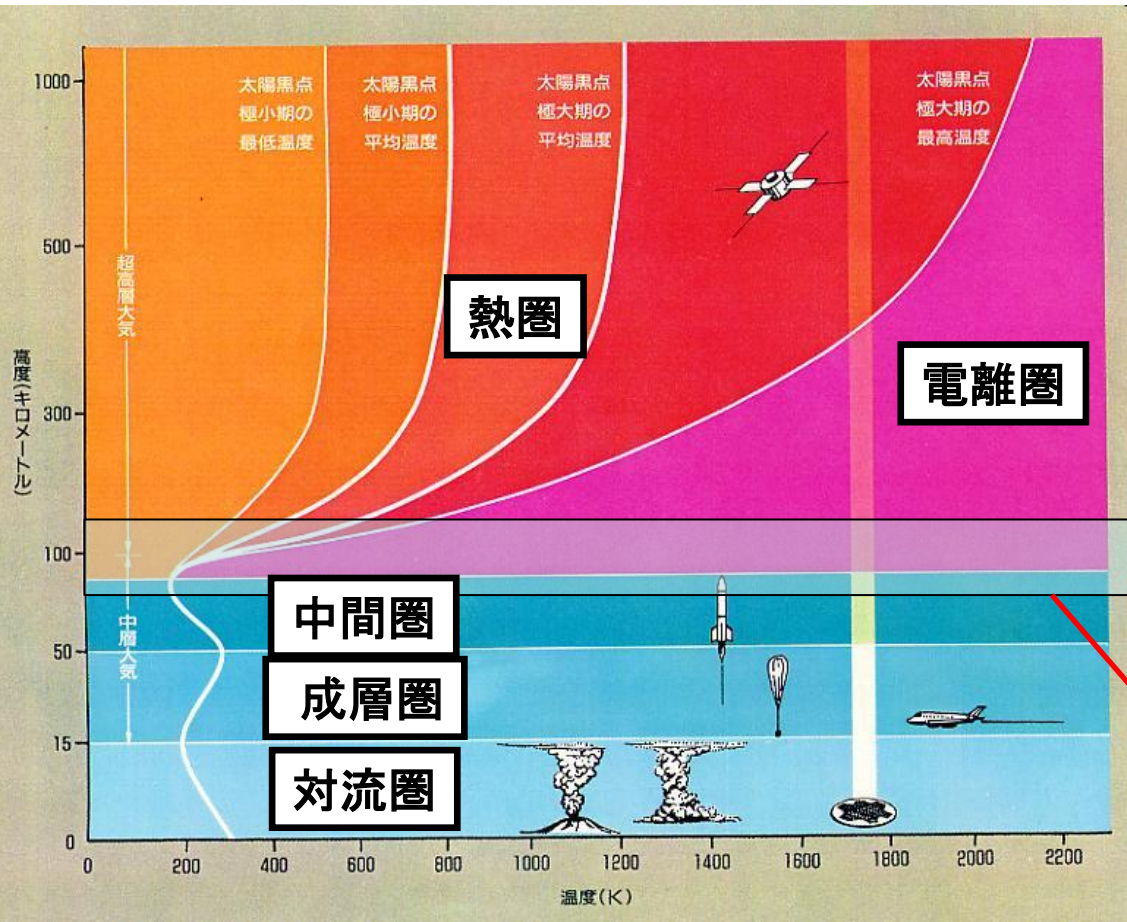
新堀 淳樹¹・小山 幸伸²・林 寛生¹・能勢 正仁²・大塚雄一³・堀智昭³・津
田敏隆¹・IUGONET プロジェクトチーム

¹京都大学生存圏研究所、²京都大学地磁気センター、

³名古屋大学太陽地球環境研究所

1. はじめに

1.1 地磁気日変化(Sq)に見られる地球大気層



電離圏・熱圏

→ 太陽活動の影響が支配的

中間圏・成層圏

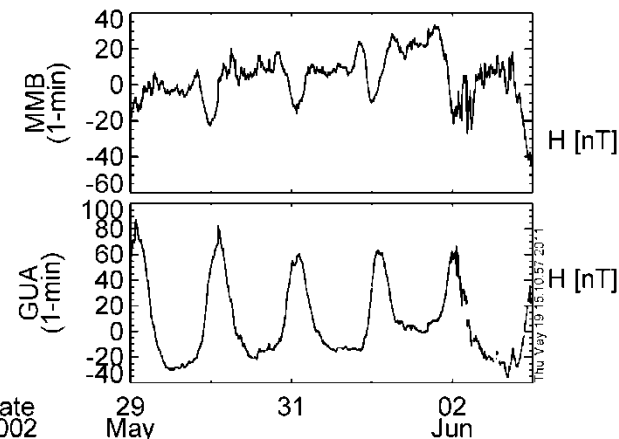
→ 下層大気擾乱からの影響が支配的

熱圏下部・中間圏=MLT領域

→ 太陽活動と下層大気からの影響が混在

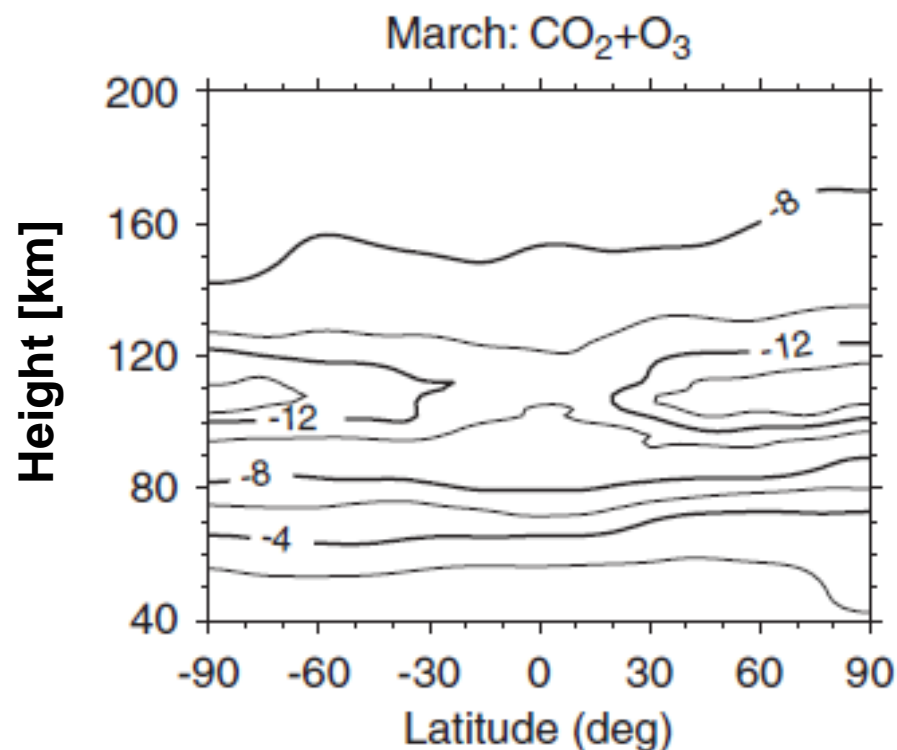
弱電離 プラズマ=電流層

地磁気静穏日変化 (Sq : Geomagnetic Solar daily Quiet variation)は、MLT領域の中性風によって駆動される電離圏電流によって生成される。



1. はじめに

1.2 地球温暖化に伴う電離圏、熱圏下部・中間圏の変動

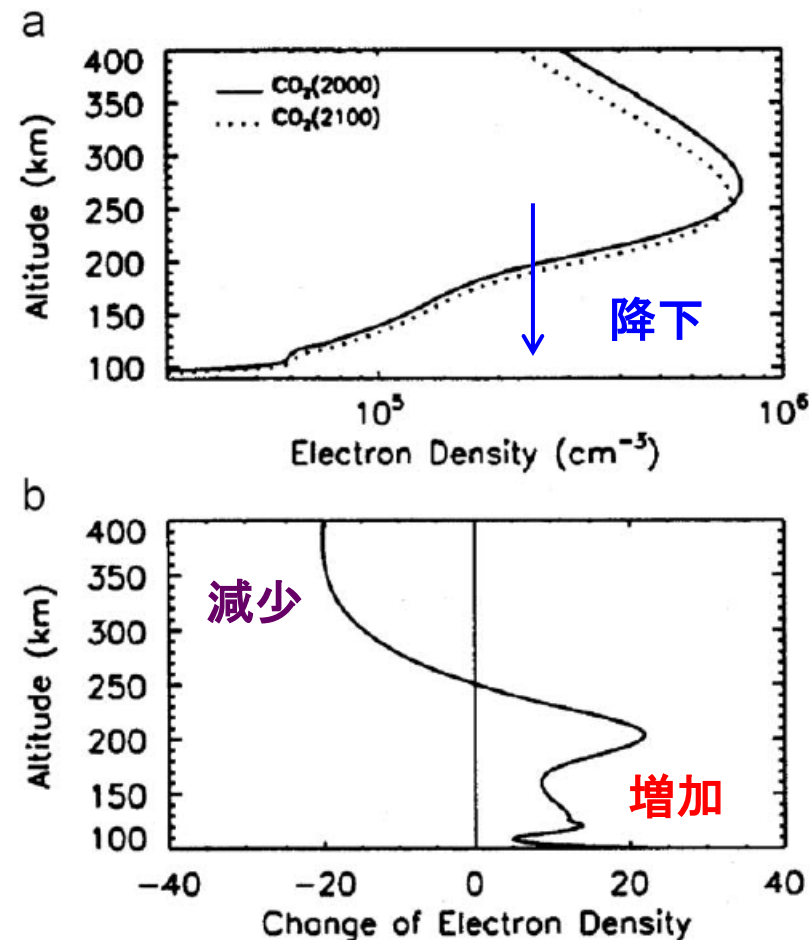


Akmaev et al., JASTP, 2006

地球が温暖化すると

中間圏・熱圏下部：寒冷化→大気密度の減少

電離圏：電子密度の増加(E, F1領域)と減少(F2領域)

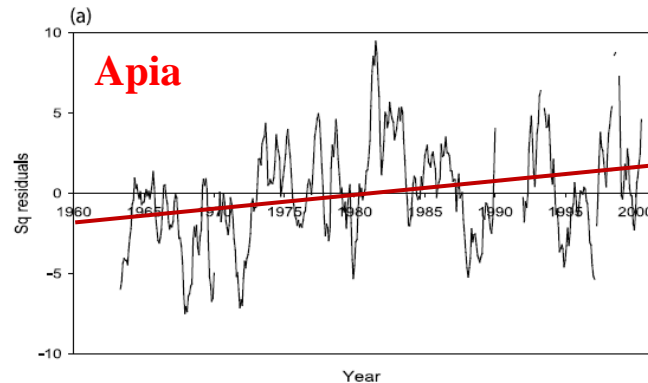


Qian et al., GRL, 2008

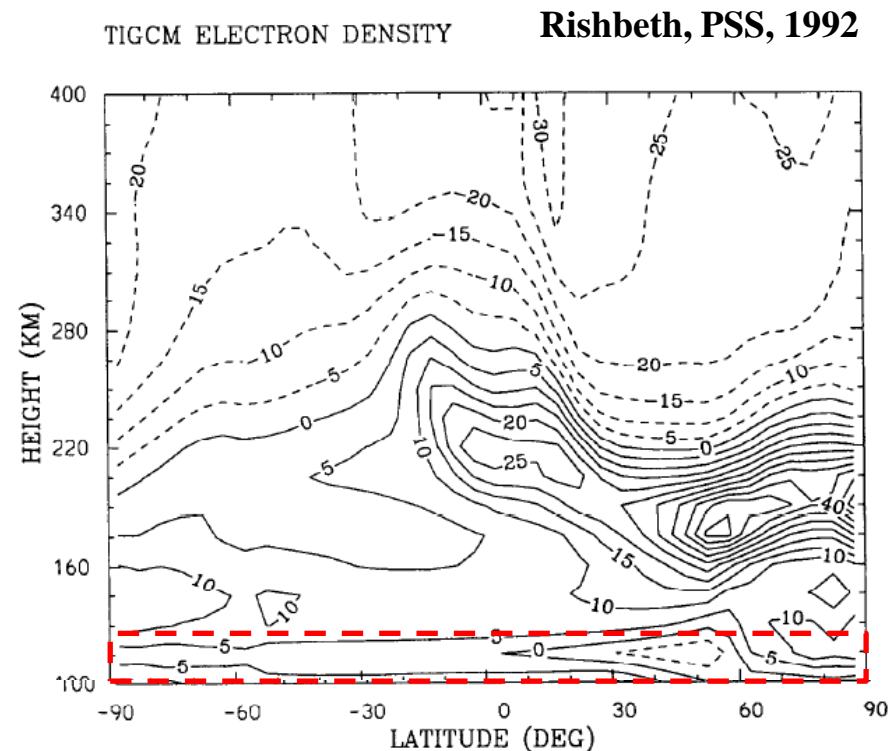
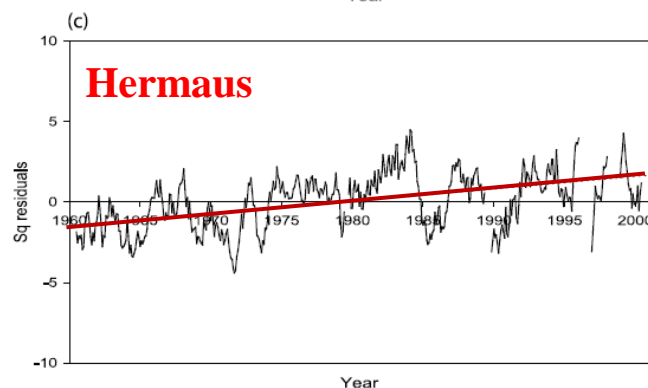
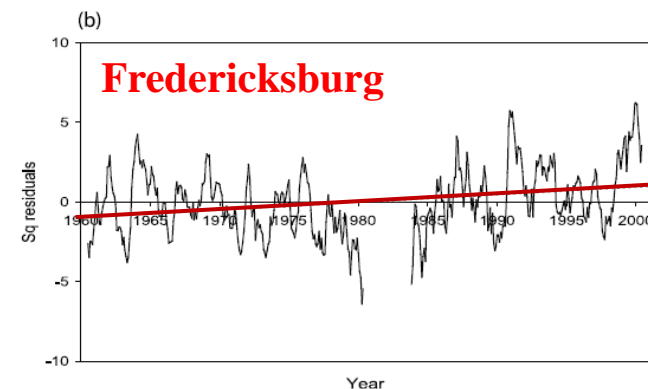


1. はじめに

1.3 近年のSqを用いた超高層大気変動の研究



Elias et al.,
JGR, 2010



太陽活動の成分を差し引いたSq場の振幅は、
年々増加傾向にある

→地球温暖化による電離圏電子密度の変化
がSq場の振幅に影響を与える？



1. はじめに

1.4 これまでの研究の問題点と本研究の目的

[問題点]

- 使用している地磁気観測点の長期解析の不足
- 分野間の観測データを用いた統合解析の不足
- 解析手法やそれに至る仮定の問題

[目的]

IUGONETの参加機関から提供される長期の地磁気と太陽活動の指標となるF10.7を用いて、**全球的なSq場の振幅の長期変動の要因**を明らかにする

(1) 多点の地磁気観測点の長期データ解析

IUGONETのメタデータDB検索と統合解析ソフト(UDAS)を利用

(2) 解析手法の改良

地磁気静穏日の閾値の具体化

太陽活動依存性の指標としてF10.7フラックスを利用



2. 解析手法

2.1 使用観測データ

地磁気 (1時間値、1900年以降) : 京大WDC

地磁気指数(Kp指数、1932年-2010年) : 京大WDC

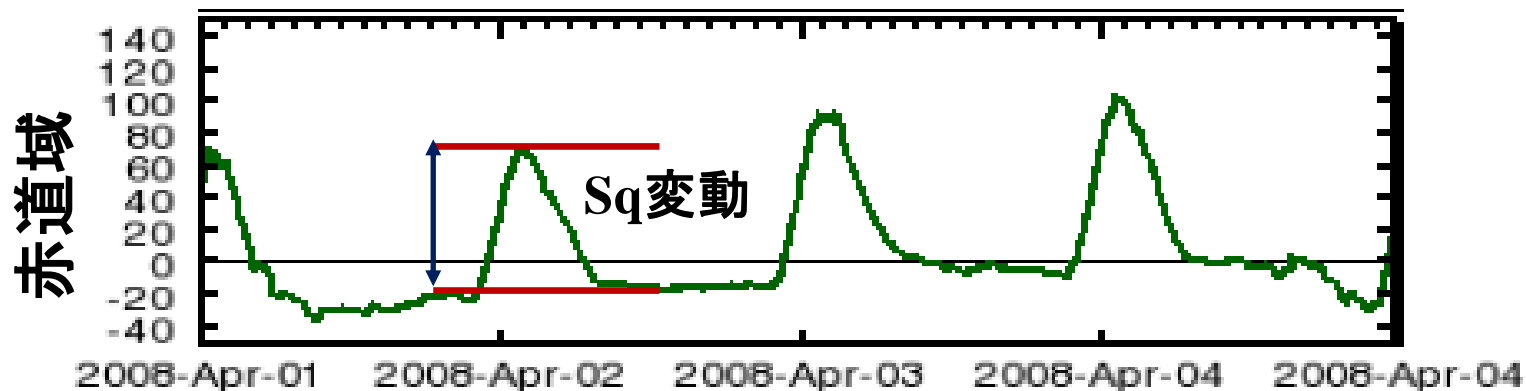
太陽F10.7フラックス(1947年-2010年) : NGDC/NOAA

2.2 地磁気静穏日とSq振幅の同定方法

地磁気静穏日 : **Kp指数の1日の最大値が4未満**

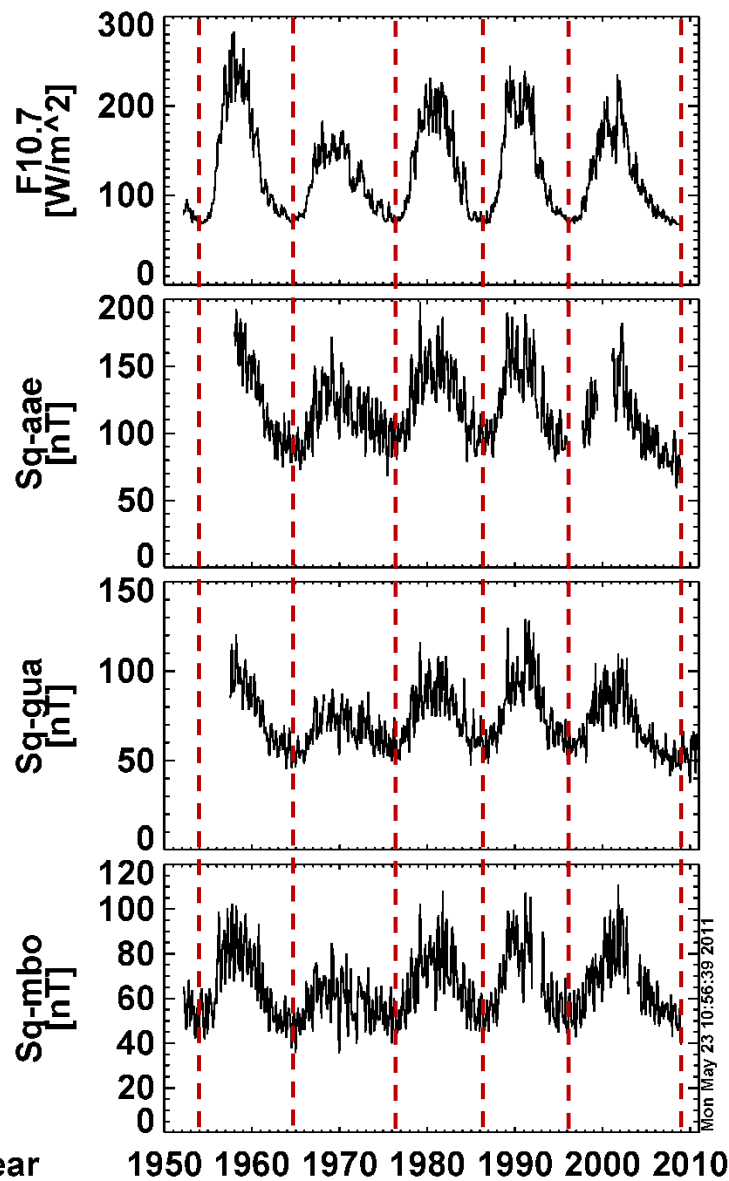
Sq振幅 : 1日の変化の最大と最小の差を**1月平均値**

太陽活動依存性の除去 : **2次回帰曲線からのずれを計算**



3. 解析結果

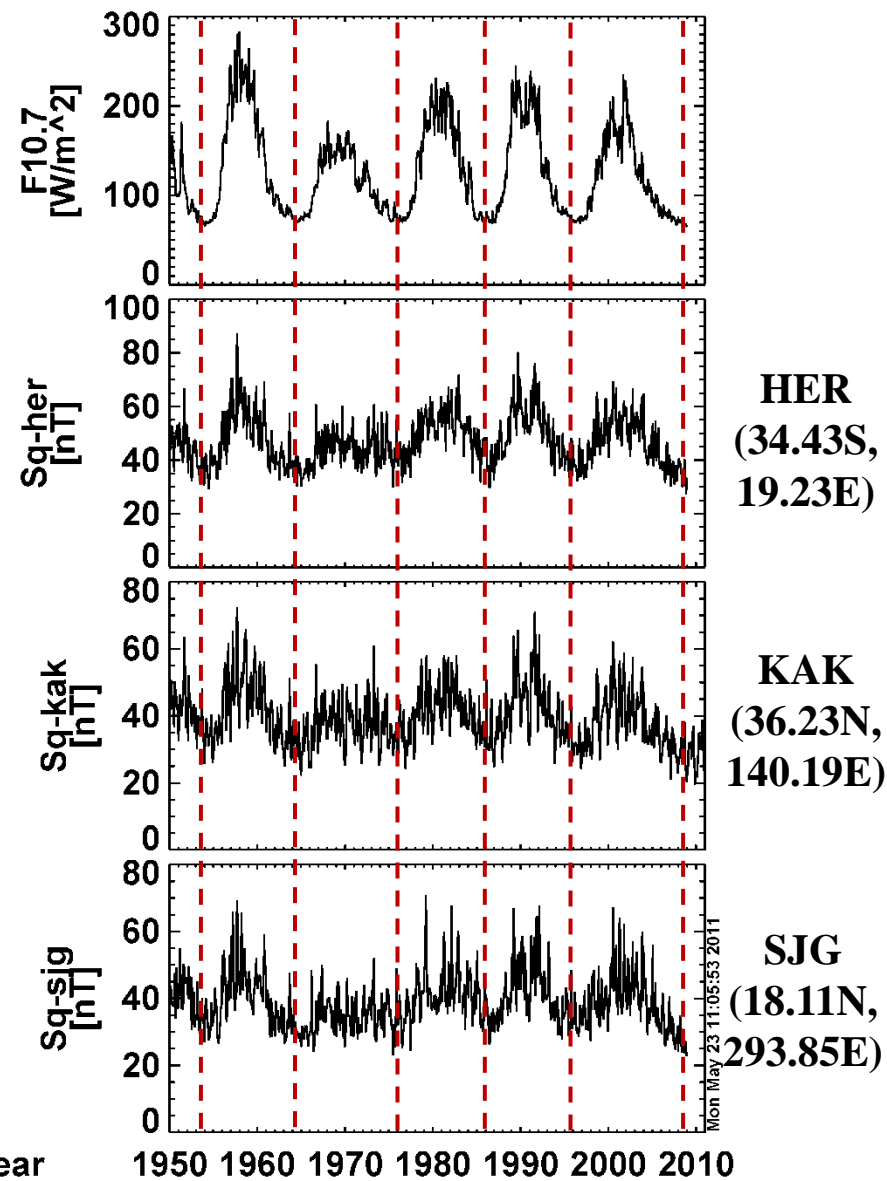
3.1 Sq場の振幅の太陽活動依存性(赤道域、低緯度)



AAE
(9.03N,
38.76E)

GUA
(13.59N,
144.87E)

MBO
(14.38N,
343.03E)



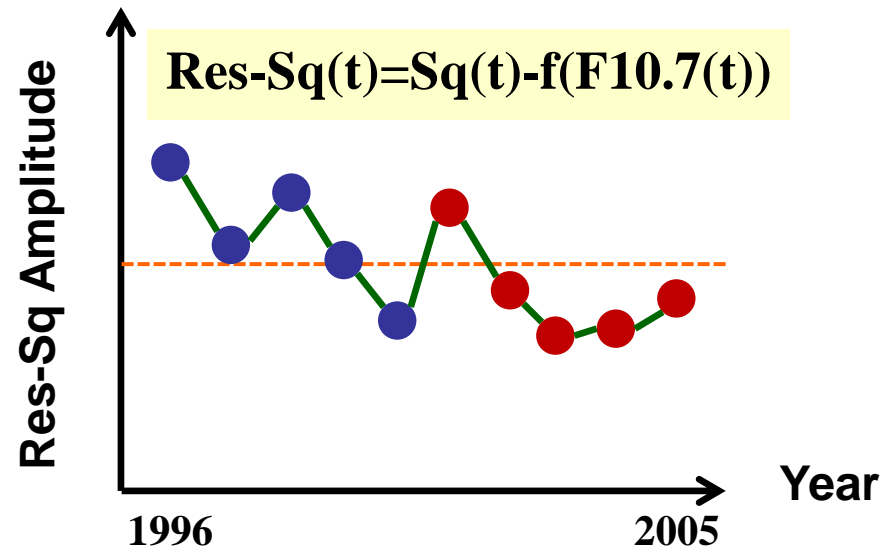
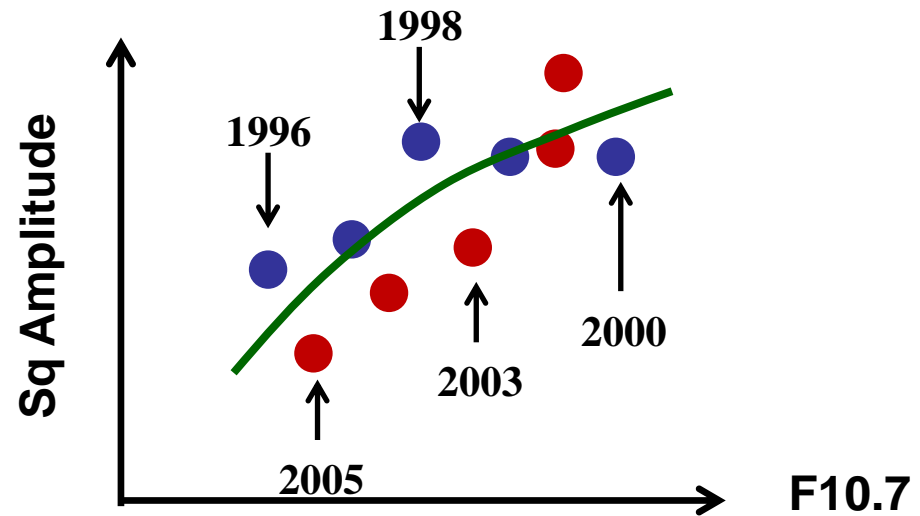
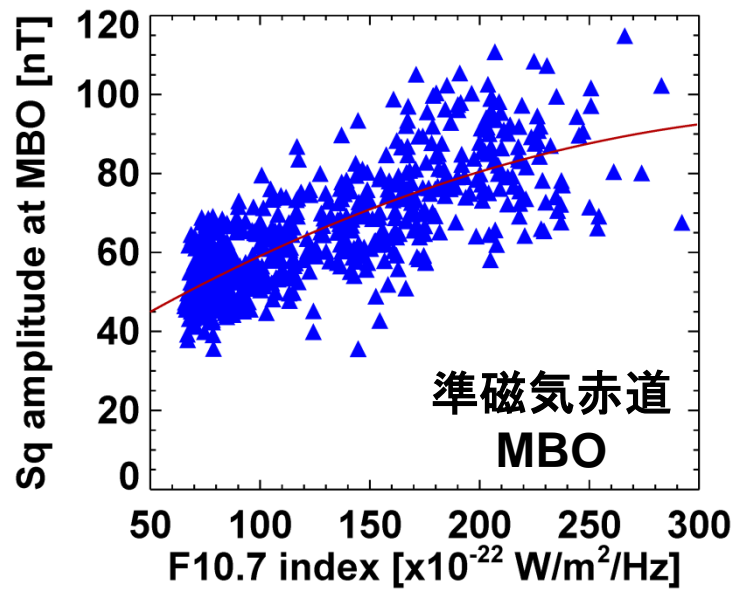
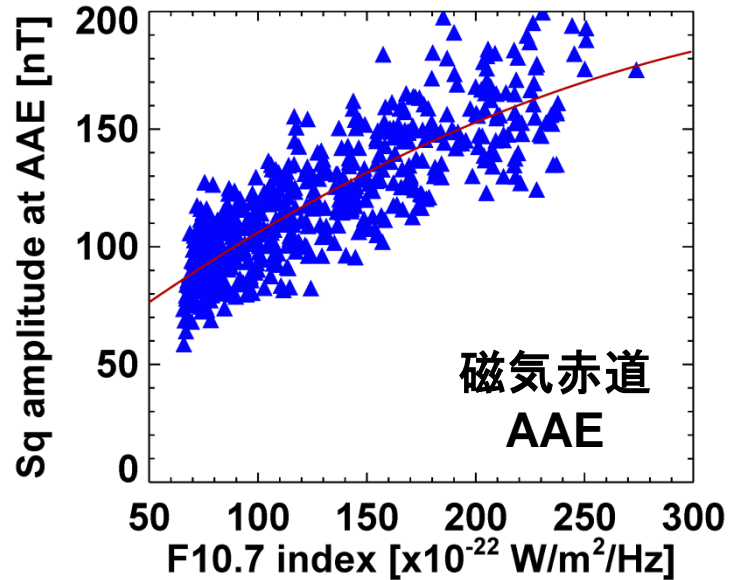
HER
(34.43S,
19.23E)

KAK
(36.23N,
140.19E)

SJG
(18.11N,
293.85E)

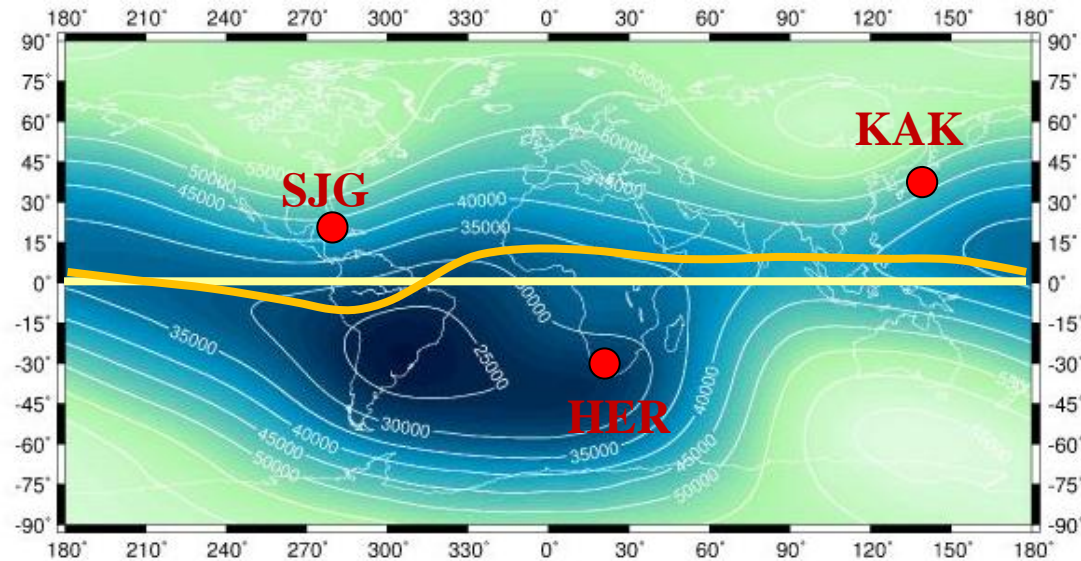
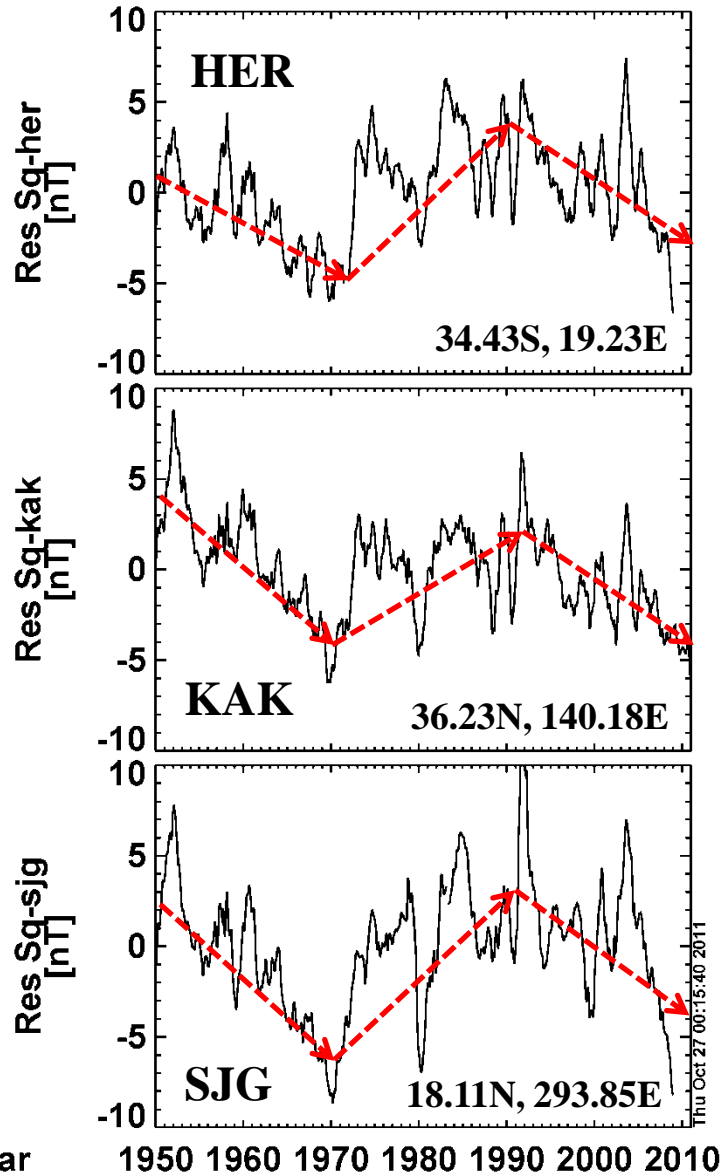
3. 解析結果

3.2 Sq場の振幅と太陽F10.7指数との対応関係



3. 解析結果

3.3 Res-Sq場の振幅の長期変動(低緯度)



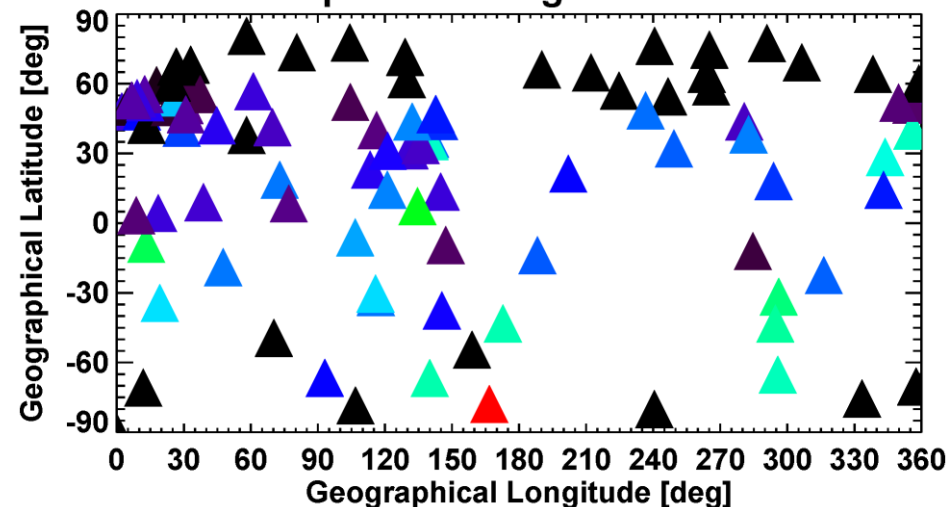
SJG、HER、KAKの位置

- Residual-Sq場の振幅は、各観測点で増加・減少する期間がほぼ同期
⇒ グローバルな現象
- 1970年と2010年代で振幅が極小

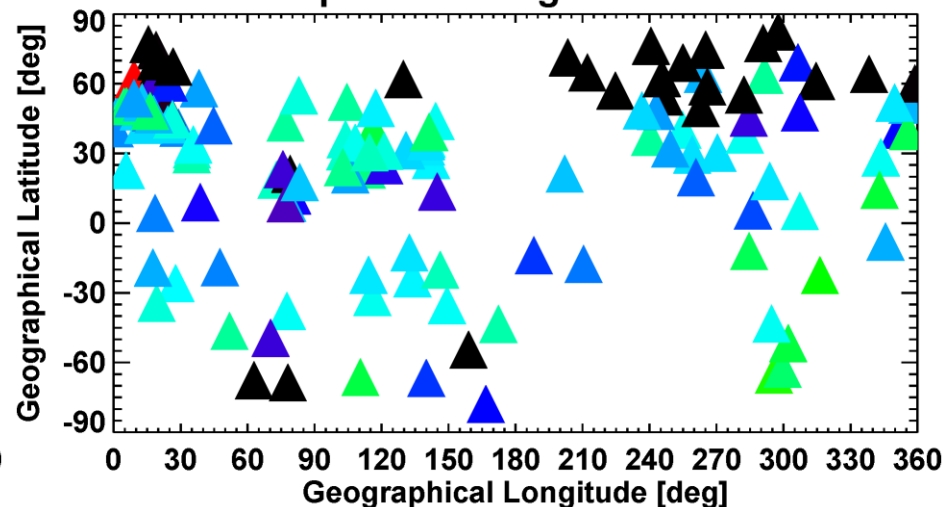
3. 解析結果

3.4 Res-Sq場の振幅の経年変化(地理分布)

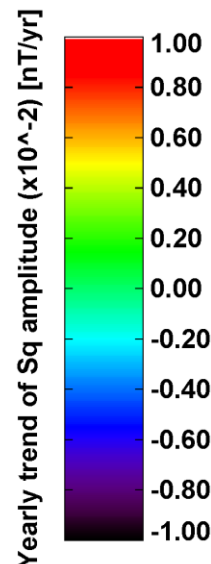
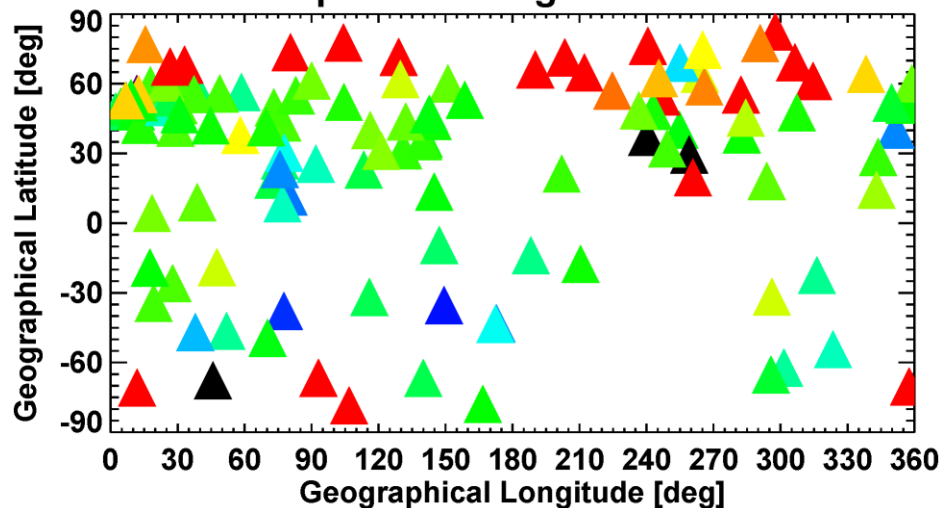
Sq trend during 1950-1969



Sq trend during 1990-2009



Sq trend during 1970-1989

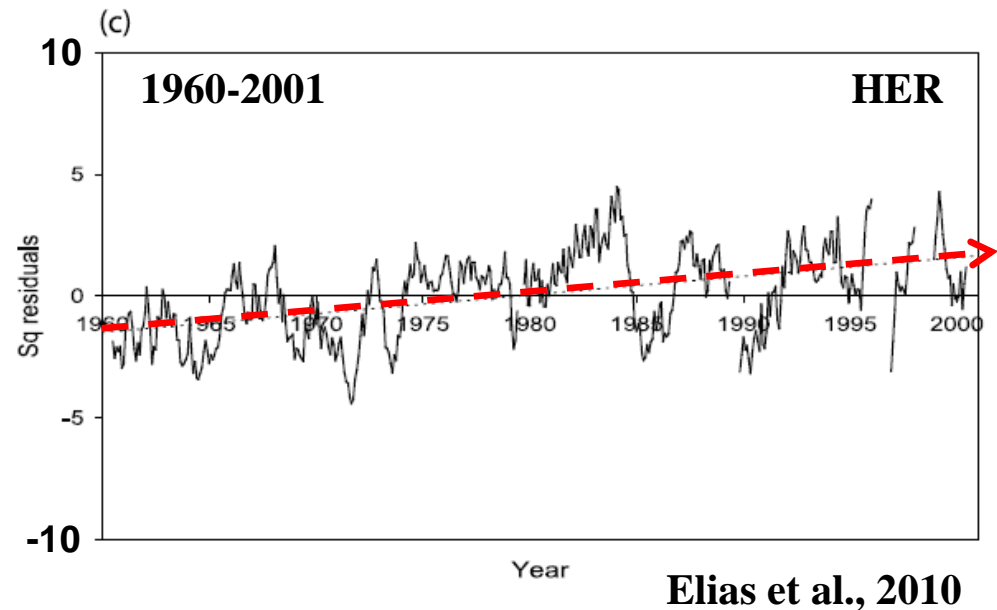
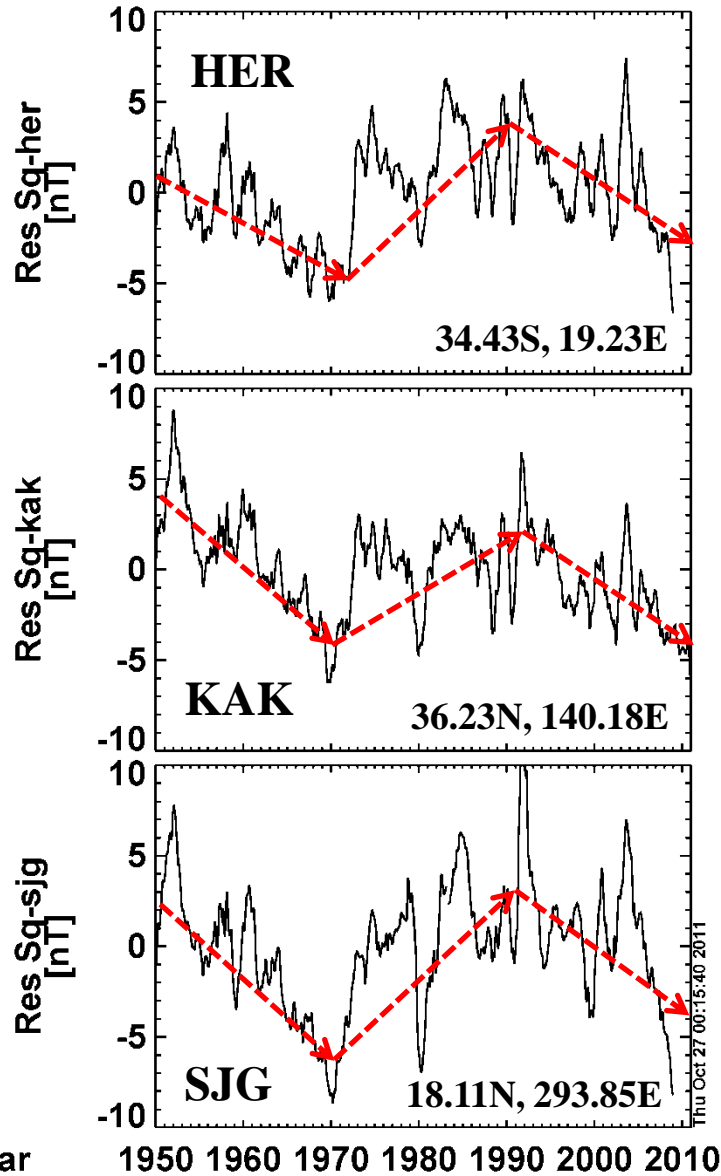


左上 : 1950-1969年
左下 : 1970-1989年
右上 : 1990-2009年

1950年以降で見た場合、
約20年の周期でSq場の振
幅は増減する

4. 考察

4.1 これまでの研究結果との比較



- Sq場の経年変動は、単純に増加傾向ではなく、**20年ごとに増加・減少**を示す。
- Elias et al. [2010]で報告されているような単なる増加傾向は見えない
⇒**1970-1990年の増加期**だけしか解析していなかったため？



4. 考察

4.2 電離圏電気伝導度を用いたRes-Sq場の振幅の評価

Sq場の振幅は、オームの法則から電離圏を流れる電流の大きさに比例

$$\mathbf{J}_{sq} = \sum \cdot (\mathbf{E}_p + \mathbf{U} \times \mathbf{B})$$

電離圏電流 = 電離圏電気伝導度と中性風駆動の起電力項の掛け算(非線形)として変動



電離圏電気伝導度

=太陽活動による電離圏電子密度変動成分以外に地磁気の永年変化による長期的な変動が入っている

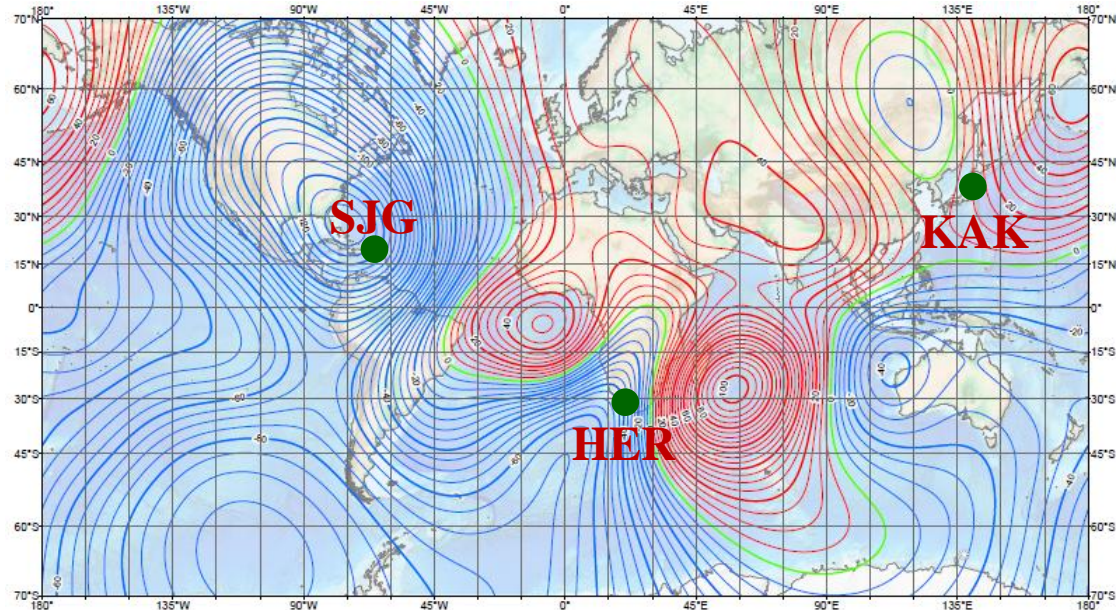
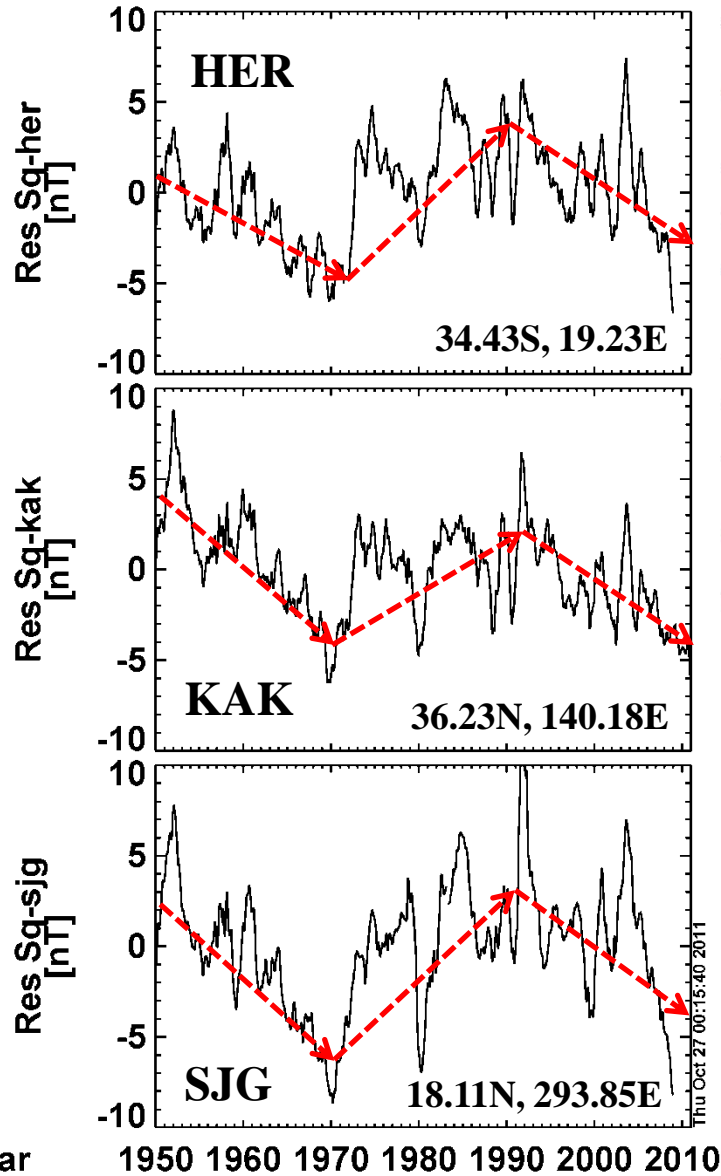
⇒伝導度は背景磁場の大きさに依存する

電離圏電気伝導度のモデル値で規格化したSq場の振幅で解析する必要

$$\sigma_P = \frac{\varepsilon_0 \omega_e^2 V_{en}}{V_{en}^2 + \Omega_e^2} + \frac{\varepsilon_0 \omega_i^2 V_{in}}{V_{in}^2 + \Omega_i^2}$$

4. 考察

4.3 電離圏電気伝導度を用いたRes-Sq場の振幅の評価



地磁気の永年変化の全球分布

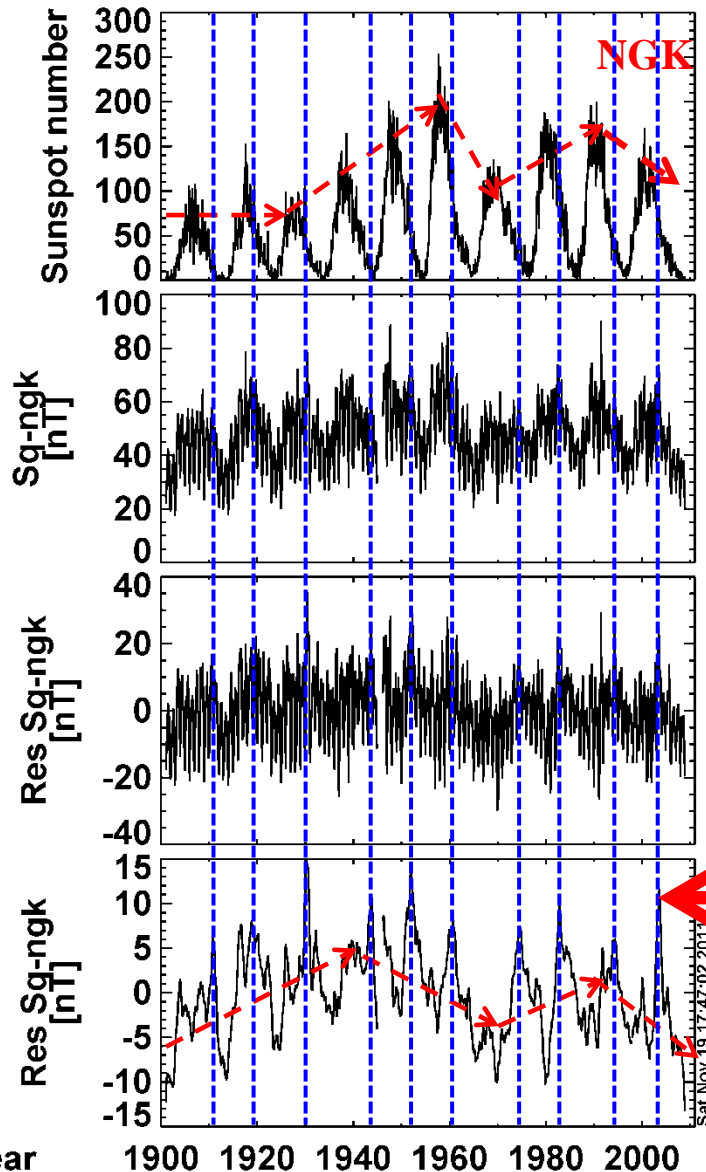
HER: -40 nT/yr
KAK : +10 nT/yr
SJG: -62 nT/yr

地磁気の永年変化から予測されるSq場の長期変動とは異なる

地磁気の減少 $\Rightarrow \Sigma$ の増加 \Rightarrow Sq場の振幅増加

4. 考察

4.4 約100年の地磁気変動の経年変化(太陽黒点使用)

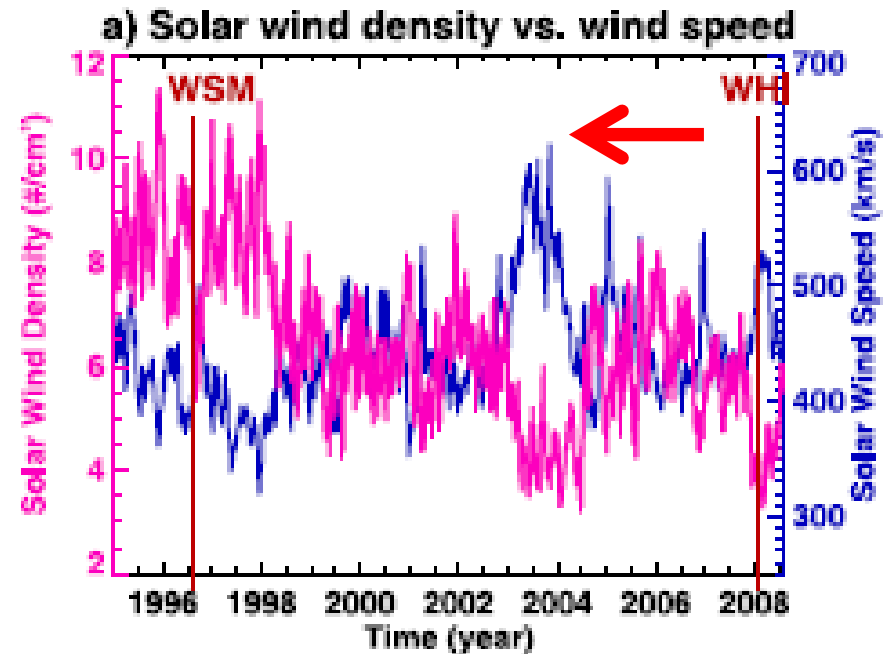


太陽黒点
1ヶ月平均

Sq場の振
1ヶ月平均

太陽活動
いたSq場の振幅
1ヶ月平均値

太陽活動を差し引
いたSq場の振幅
1年の移動平均値



1990-2010 (20年)

○Res-Sq場の急激な
振幅増大が太陽活
動減退期に発生

5. 結論

○1947-2010年までの太陽F10.7指数と地磁気データを用いて、地磁気静穏日変化(Sq)の振幅の太陽活動依存性とその長期トレンドの解析を行った。

1. Sq場の振幅は、**太陽活動11年周期に同期して変動**し、F10.7の値が最大となる極大期には、Sq場の振幅が増大する。
2. 太陽活動11年周期と差し引いたSq場の振幅の長期変動は、増加傾向の経年変動を示すとは限らず、**約20-40年の周期？で増加・減少**する。その周期は、各年において規則性はない
3. 2と同じ傾向が太陽風駆動の**極域Sq_p変動にも現れており、その傾向が中低緯度のSq場の振幅の長期変動に類似**している。
⇒**グローバルな地球大気の長期変動を反映？**
4. F10.7指数とSq場の振幅の関係は、**必ずしも線形関係でなく**、高いF10.7の値(150以上)では、Sq場の振幅の増加率が減少する。



6. 今後の方針

○今後の方針：

1. 電離圏電気伝導度モデル値を用いた定量的評価

電離圏電気伝導度モデル値との相関解析を行い、背景磁場の減少・増加に伴うSq場の振幅変動を取り除き、超高層大気の長期変動の寄与を定量的に評価する

※現在、電気伝導度の計算ルーチンの開発中

IUGONETのサービスツールとして将来的に公開予定

2. 中間圏・熱圏下部(MLT)の中性風との相関解析

F10.7指数とSq場の振幅との周波数・コヒーレンス解析をSq場の振幅とMLT領域の風速との相関解析を行う

MLT領域の使用予定観測データ

⇒MF、流星レーダー、信楽MUレーダー